

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-12283  
(P2016-12283A)

(43) 公開日 平成28年1月21日(2016.1.21)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)
<b>GO6F</b>	<b>9/48</b>	<b>(2006.01)</b>	GO6F	9/46	311G
<b>GO6F</b>	<b>9/54</b>	<b>(2006.01)</b>	GO6F	9/46	480B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2014-134414 (P2014-134414)	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成26年6月30日 (2014.6.30)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	佐藤 賢太 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

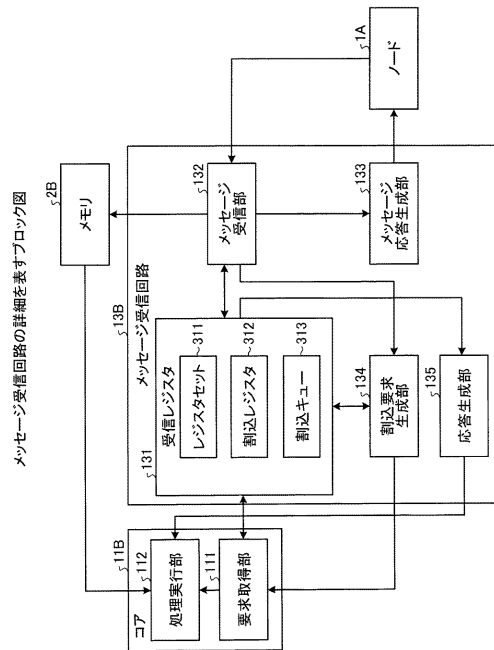
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法

(57) 【要約】

【課題】 割込刈取処理を高速に行う情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法を提供する。

【解決手段】 割込キュー313は、所定処理を示す処理情報を格納領域に格納し、格納した処理情報を順次出力する。レジスタセット311は、処理情報を格納する。メッセージ受信部132は、処理情報を受信し、格納領域が割込キュー313に残っている場合、割込キュー313に受信した処理情報を格納し、格納領域が割込キュー313に残っていない場合、レジスタセット311に受信した処理情報を格納する。要求取得部111は、割込キュー313に処理情報が存在する場合、割込キュー313が出力する処理情報を順次取得し、割込キュー313に処理情報がなくなった場合、レジスタセット311を検索して処理情報を検出し取得する。処理実行部112は、要求取得部111により取得された処理情報にしたがって所定処理を実行する。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

所定処理を示す処理情報を格納領域に格納し、格納した前記処理情報を順次出力する第 1 記憶部と、

前記処理情報を格納する第 2 記憶部と、

前記処理情報を受信し、前記格納領域が前記第 1 記憶部に残っている場合、受信した前記処理情報を前記第 1 記憶部に格納し、前記格納領域が前記第 1 記憶部に残っていない場合、受信した前記処理情報を前記第 2 記憶部に格納する要求管理部と、

前記第 1 記憶部に前記処理情報が存在する場合、前記第 1 記憶部が出力する前記処理情報を順次取得し、前記第 1 記憶部に前記処理情報がなくなった場合、前記第 2 記憶部を検索して前記処理情報を検出し取得する要求取得部と、

前記要求取得部により取得された前記処理情報にしたがって前記所定処理を実行する処理実行部と

を備えたことを特徴とする情報処理装置。

**【請求項 2】**

前記第 1 記憶部は、格納の時期が古い順から前記処理情報を順次出力することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

**【請求項 3】**

前記要求管理部は、前記第 1 記憶部に前記格納領域が残っていない場合、前記第 1 記憶部の満杯情報を前記要求取得部に通知し、

前記要求取得部は、前記第 1 記憶部に格納された前記処理情報を全て取得したときに、前記満杯情報の通知を受信している場合、前記第 2 記憶部を検索して前記処理情報を検出し取得し、前記満杯情報の通知を受信していない場合、前記処理情報の取得を終了することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の情報処理装置。

**【請求項 4】**

前記要求管理部は、前記第 2 記憶部に前記処理情報を書き込む際に、前記処理情報の未取得を示す待機情報を付加し、

前記要求取得部は、前記第 2 記憶部を検索する場合、前記待機情報が付加されているか否かを判定して、格納された前記処理情報を検出する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

**【請求項 5】**

前記要求管理部は、前記第 1 記憶部及び前記第 2 記憶部に対して前記処理情報を格納した場合、前記要求取得部に対して、格納した前記処理情報が示す所定処理の実行要求を通知し、

前記要求取得部は、前記実行要求の通知を受信して、前記第 1 記憶部及び前記第 2 記憶部からの前記処理情報の取得を開始し、前記第 1 記憶部及び前記第 2 記憶部からの前記処理情報の取得をする間、前記要求管理部による前記実行要求の通知の発行を停止させる

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

**【請求項 6】**

前記第 1 記憶部又は前記第 2 記憶部のいずれかに格納領域が存在することを通知する通知処理を生成する通知処理生成部をさらに備え、

前記第 1 記憶部は、前記処理情報及び前記通知処理の情報を格納し、格納した前記処理情報及び前記通知処理の情報を順次出力し、

前記第 2 記憶部は、前記処理情報及び前記通知処理の情報を格納し、

前記通知処理生成部は、前記格納領域が前記第 1 記憶部に残っている場合、前記通知処理の情報を前記第 1 記憶部に格納し、前記格納領域が前記第 1 記憶部に残っていない場合、前記通知処理の情報を前記第 2 記憶部に格納し、

前記要求取得部は、前記処理情報又は前記通知処理の情報のいずれか一方もしくは双方が前記第 1 記憶部に存在する場合、前記第 1 記憶部が出力する前記処理情報又は前記通知処理の情報を順次取得し、未取得の前記処理情報又は前記通知処理の情報が前記第 1 記憶

10

20

30

40

50

部になくなった場合、前記第 2 記憶部を検索して前記処理情報又は前記通知処理の情報を検出し取得する

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の情報処理装置。

【請求項 7】

第 1 情報装置及び第 2 情報装置を有する情報処理システムであって、  
前記第 1 情報装置は、所定処理の実行命令を送信する送信部を備え、  
前記第 2 情報装置は、

前記所定処理を示す処理情報を格納領域に格納し、格納した前記処理情報を順次出力する第 1 記憶部と、

前記処理情報を格納する第 2 記憶部と、

前記送信部から送信された前記実行命令を受信し、前記格納領域が前記第 1 記憶部に残っている場合、前記実行命令で指定された前記所定処理を示す処理情報を前記第 1 記憶部に格納し、前記格納領域が前記第 1 記憶部に残っていない場合、前記実行命令で指定された前記所定処理を示す処理情報を前記第 2 記憶部に格納する要求管理部と、

前記第 1 記憶部に前記処理情報が存在する場合、前記第 1 記憶部が出力する前記処理情報を順次取得し、前記第 1 記憶部に前記処理情報がなくなった場合、前記第 2 記憶部を検索して前記処理情報を検出し取得する要求取得部と、

前記要求取得部により取得された前記処理情報にしたがって前記所定処理を実行する処理実行部とを備えた

ことを特徴とする情報処理システム。

【請求項 8】

所定処理を示す処理情報を受信し、

前記処理情報を格納領域に格納して格納した前記処理情報を順次出力する第 1 記憶部に前記格納領域が残っている場合、前記第 1 記憶部に受信した前記処理情報を格納し、

前記格納領域が前記第 1 記憶部に残っていない場合、第 2 記憶部に受信した前記処理情報を格納し、

前記第 1 記憶部に前記処理情報が存在する場合、前記第 1 記憶部が出力する前記処理情報を順次取得し、

前記第 1 記憶部に前記処理情報がなくなった場合、前記第 2 記憶部を検索して前記処理情報を検出し取得する

ことを特徴とする割込装置制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数のソフトウェアが連係して処理を実行する際に、各ソフトウェアが用いるデータを送受信するプロセス間通信（IPC: Inter Process Communication）の技術が知られている。このようなプロセス間通信を行う技術の一例として、キューを用いてプロセス間通信を行う技術が知られている。

【0003】

また、情報処理システムは、それぞれ個別の CPU を有する複数のノードを有する。そして、複数の CPU（Central Processing Unit）がそれぞれ異なるプロセスを実行するマルチノードシステムの技術が知られている。このようなマルチノードシステムの技術の一例として、データをキャッシュする機能を有する CPU を複数有し、各 CPU がそれぞれ異なるプロセスを同時に実行する情報処理システムが知られている。さらには、各 CPU がそれぞれ独立した OS（Operating System）を実行し、この CPU 間で一部のメモリ領域を共有する、共有メモリシステムの技術が知られている。この様な構成とする事で、処理能力をより向上させる事が出来、さらに各ノードで OS が個別に動作する事で、エ

10

20

30

40

50

ラーの波及を防止する事が出来るのでシステムの可用性を向上させる事ができる。

【 0 0 0 4 】

各ノードは、ローカルメモリ、H P V ( Hypervisor ) ソフト、O S、デバイスドライバを有し、それぞれ異なるユーザプロセスを同時に実行する。なお、H P V ソフトとは、各ノードが稼働させる仮想マシンの管理を行うソフトウェアである。このような情報処理システムでは、各ノードが共有する共有メモリにライトポイントとリードポイントとを格納することでキューを実現し、各ノードの間でユーザプロセス間のプロセス間通信を行う。

【 0 0 0 5 】

プロセス間通信における送信側ノードには、コア又はスレッド毎に専用の送信メッセージレジスタが設けられている。送信側ノードのC P U が動作させるアプリケーションソフトウェアにより送信メッセージレジスタにメッセージを書き込まれ、書き込まれたメッセージが受信側ノードへ送信される。送信されるメッセージは、宛先のC P U のI D ( Identifier ) 及びレジスタセット識別I D を含む。

10

【 0 0 0 6 】

受信側ノードは、アドレスレジスタ、リードポイント、ライトポイントなどを有するレジスタセットを複数セット備える。そして、受信側ノードは、送信側ノードから指定されたレジスタセット識別I D によって選択されたレジスタセットによって示される記憶領域にメッセージを書き込む。

【 0 0 0 7 】

ここで、受信側ノードのユーザプロセスがメッセージ受信を検知する方法として、ポーリング監視及びメッセージ受信割り込みの2つの方法がある。

20

【 0 0 0 8 】

ポーリング監視を行う場合、ユーザプロセスは、メッセージの受信の有無に関係なく一定周期でメッセージ受信確認を行う。そして、ユーザプロセスは、メッセージ受信確認においてメッセージを検知した場合、メッセージ読み出し処理を行う。

【 0 0 0 9 】

また、メッセージ受信割り込みを行う場合、受信側のユーザプロセスはスリープ状態にある。そして、ユーザプロセスは、C P U からの割込要求を受けることで、コンテキストスイッチを行い、メッセージ読み出し処理を行う。

【 先行技術文献 】

30

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 3 - 2 1 4 1 6 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

しかしながら、メッセージ受信割り込みでは、C P U は、メッセージを受信するたびに割込要求を発行する。具体的には、受信側ノードのC P U は、メッセージを受信するとレジスタセットに割込要因をセットし、割込要求をユーザプロセスに対して発行する。

【 0 0 1 2 】

40

ここで、メッセージ受信回路のレジスタセットのエントリ数が多い、すなわち受信可能なメッセージ数が多い場合、割込要求の発行数が増加する。レジスタセットの情報はR A M ( Random Access Memory ) などの高容量の媒体に記録されており、レジスタセットに格納された割込要因の検索などに時間がかかり、割込要因を収集する割込刈取処理に多くの時間がかかってしまう。

【 0 0 1 3 】

開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、割込刈取処理を高速に行う情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

50

本願の開示する情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法は、一つの態様において、第1記憶部は、所定処理を示す処理情報を格納領域に格納し、格納した前記処理情報を順次出力する。第2記憶部は、前記処理情報を格納する。要求管理部は、前記処理情報を受信し、前記格納領域が前記第1記憶部に残っている場合、前記第1記憶部に受信した前記処理情報を格納し、前記格納領域が前記第1記憶部に残っていない場合、前記第2記憶部に受信した前記処理情報を格納する。要求取得部は、前記第1記憶部に前記処理情報が存在する場合、前記第1記憶部が出力する前記処理情報を順次取得し、前記第1記憶部に前記処理情報がなくなった場合、前記第2記憶部を検索して前記処理情報を検出し取得する。処理実行部は、前記実行要求取得部により取得された前記処理情報にしたがって前記所定処理を実行する。

10

【発明の効果】

【0015】

本願の開示する情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法の一つの態様によれば、割込刈取処理を高速に行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、ノード間メッセージ通信を行う情報処理システムのシステム構成図である。

【図2】図2は、メッセージ送信回路の詳細を表すブロック図である。

【図3】図3は、メッセージ受信回路の詳細を表すブロック図である。

【図4】図4は、レジスタセットのエントリ情報の一例を表す図である。

【図5】図5は、割込レジスタのエントリ情報の一例を表す図である。

【図6】図6は、割込キューのエントリ情報の一例を表す図である。

【図7】図7は、実施例に係る情報処理システムによるメッセージ受信割込を用いたメッセージ受信の通知の処理の全体的な流れのフローチャートである。

【図8】図8は、実施例に係る情報処理装置による割込要因の格納処理のフローチャートである。

【図9】図9は、実施例に係る情報処理装置による割込要因の刈り取り処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本願の開示する情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施例により本願の開示する情報処理装置、情報処理システム及び割込装置制御方法が限定されるものではない。

【実施例】

【0018】

図1は、ノード間メッセージ通信を行う情報処理システムのシステム構成図である。ここでは、ノード1A及び1Bという2つのノード間の通信について説明する。ノード1Aとノード1Bとは同じ機能を有している。本実施例に係る情報処理システムは、ノード1A及び1Bのそれぞれに対応して、メモリ2A及びメモリ2Bを有している。ただし、メモリ2A及びメモリ2Bは、ノード1A及び1Bのいずれも使用する1つの共有メモリにしてもよい。ここでは、ノード1Aを例に説明するが、ノード1Bの各部も同様の機能を有する。

20

30

40

【0019】

ノード1Aは、コア11A、メッセージ送信回路12A及びメッセージ受信回路13Aを有している。また、ノード1Bは、コア11B、メッセージ送信回路12B及びメッセージ受信回路13Bを有している。ここで、図1では、ノード1A及び1Bに1つのコアが有る場合で説明しているが、コアは1つ以上あってもよい。

【0020】

コア11Aは、メッセージ送信回路12Aにメッセージの送信のための命令として、レ

50

レジスタ読出要求をメッセージ送信回路 1 2 A へ出力する。そして、コア 1 1 A は、レジスタ読出要求の応答をメッセージ送信回路 1 2 A から受信する。

【 0 0 2 1 】

また、コア 1 1 A は、レジスタ読出要求又は書込要求をメッセージ受信回路 1 3 A へ出力する。そして、コア 1 1 A は、レジスタ読出要求又は書込要求に対する応答をメッセージ受信回路 1 3 A から受信する。

【 0 0 2 2 】

また、コア 1 1 A は、割込要求をメッセージ受信回路 1 3 A から取得する。コア 1 1 A は、割込要求をメッセージ受信回路 1 3 A から取得すると、割込要求にしたがって処理を行う。割込要求で指示される処理には、特に制限はなく、例えば、演算処理やデータの書き込みや読み込みの処理などがある。

10

【 0 0 2 3 】

メッセージ送信回路 1 2 A は、レジスタ読出要求をコア 1 1 A から受信する。そして、メッセージ送信回路 1 2 A は、レジスタ読出要求で指定されたメッセージを指定された他のノード、ここではノード 1 B のメッセージ受信回路 1 3 B へ送信する。また、メッセージ送信回路 1 2 A は、メッセージ送信の結果を応答としてコア 1 1 A に送信する。

【 0 0 2 4 】

また、メッセージ送信回路 1 2 A は、ノード 1 B からメッセージ送信に対する応答を受信する。そして、メッセージ送信回路 1 2 A は、応答で示されるメッセージの送信結果を基にレジスタ読出要求又は書込要求に対する応答を生成し、コア 1 1 A へ出力する。

20

【 0 0 2 5 】

メッセージ受信回路 1 3 A は、レジスタ読出要求又は書込要求をコア 1 1 A から受信する。そして、メッセージ受信回路 1 3 A は、受信した要求にしたがってレジスタに対する処理を実行する。例えば、メッセージ受信回路 1 3 A は、コア 1 1 A からレジスタ読出要求を受けた場合、レジスタからデータを読み出し、コア 1 1 A へ読み出したデータを送信する。

【 0 0 2 6 】

次に、メッセージ送信回路 1 2 A 及び 1 2 B、並びに、メッセージ受信回路 1 3 A 及び 1 3 B の詳細について説明する。以下では、ノード 1 A を送信側ノード、ノード 1 B を受信側ノードとして、ノード 1 A からノード 1 B へメッセージが送信される場合で説明する。

30

【 0 0 2 7 】

図 2 は、メッセージ送信回路の詳細を表すブロック図である。図 2 に示すように、メッセージ送信回路 1 2 A は、送信レジスタ 1 2 1、メッセージ生成部 1 2 2、メッセージ応答受信部 1 2 3 及び応答生成部 1 2 4 を有している。

【 0 0 2 8 】

送信レジスタ 1 2 1 は、コア 1 1 A からレジスタ読出要求を受信する。そして、送信レジスタ 1 2 1 は、受信したレジスタ読出要求を格納する。さらに、送信レジスタ 1 2 1 は、レジスタ読出要求の格納処理の結果を応答生成部 1 2 4 へ出力する。

【 0 0 2 9 】

メッセージ生成部 1 2 2 は、レジスタ読出要求が送信レジスタ 1 2 1 に格納されたことを確認する。そして、メッセージ生成部 1 2 2 は、格納されたレジスタ読出要求にしたがいメッセージを生成する。そして、メッセージ生成部 1 2 2 は、生成したメッセージをノード 1 B へ送信する。

40

【 0 0 3 0 】

メッセージ応答受信部 1 2 3 は、メッセージ生成部 1 2 2 が出力したメッセージの受信結果を示す応答をノード 1 B から受信する。そして、メッセージ応答受信部 1 2 3 は、受信した応答を応答生成部 1 2 4 へ出力する。

【 0 0 3 1 】

応答生成部 1 2 4 は、レジスタ読出要求の格納処理の結果の入力を送信レジスタ 1 2 1

50

から受ける。そして、応答生成部 1 2 4 は、レジスタ読出要求の格納処理の結果を表す応答を生成する。その後、応答生成部 1 2 4 は、生成したレジスタ読出要求の格納処理の結果を表す応答をコア 1 1 A へ出力する。

【 0 0 3 2 】

また、応答生成部 1 2 4 は、ノード 1 B からのメッセージの受信結果を示す応答の入力をメッセージ応答受信部 1 2 3 から受ける。そして、応答生成部 1 2 4 は、ノード 1 B のメッセージの受信結果を示す応答を生成する。その後、応答生成部 1 2 4 は、生成したノード 1 B のメッセージの受信結果を示す応答をコア 1 1 A へ出力する。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、メッセージ受信回路の詳細を表すブロック図である。図 3 に示すように、メッセージ受信回路 1 3 B は、受信レジスタ 1 3 1、メッセージ受信部 1 3 2、メッセージ応答生成部 1 3 3、割込要求生成部 1 3 4 及び応答生成部 1 3 5 を有している。

10

【 0 0 3 4 】

受信レジスタ 1 3 1 は、レジスタセット 3 1 1、割込レジスタ 3 1 2 及び割込キュー 3 1 3 を有している。

【 0 0 3 5 】

レジスタセット 3 1 1 は、アドレスレジスタ、リードポインタ及びライトポインタを有する。レジスタセット 3 1 1 は、送信側ノードのコアの数及びコアが並列処理できる処理数にしたがって用いる数が決定される。CPU 1 0 B に搭載されているレジスタセット 3 1 1 の内の所定数を使用するとして、使用するレジスタセット 3 1 1 の数が決定される場合もある。

20

【 0 0 3 6 】

レジスタセット 3 1 1 は、図 4 に示す項目のエントリを格納する。図 4 は、レジスタセットのエントリ情報の一例を表す図である。図 4 では、レジスタセット 3 1 1 に格納される各エントリの情報及びそのエントリに用いるビット数を表している。このレジスタセット 3 1 1 が、「第 2 記憶部」の一例にあたる。

【 0 0 3 7 】

受信側空き通知割込フラグは、受信側ノード（ここでは、ノード 1 B である。）において空き通知割込を使用するか否かを示すフラグである。空き通知割込とは、受信側ノードにメッセージを受信可能なレジスタセット 3 1 1 が確保できた場合に、メッセージが受信可能になったことをコア 1 1 A に知らせる割り込みである。例えば、空き通知割込は、予め決められた数以上のレジスタセット 3 1 1 がメッセージを格納できる状態になった場合に発行される。受信側空き通知割込フラグは、予め操作者からの指示を受けて設定される。本実施例では、受信側空き通知割込フラグがイネーブルに設定されている場合で説明する。

30

【 0 0 3 8 】

受信メッセージ数は、ノード 1 B が受信しているメッセージの数を表す。受信メッセージ数は、図 4 に示す 4 b i t の情報で受信しているメッセージの数を表す。

【 0 0 3 9 】

割込発行条件メッセージ空き数は、空き通知割込を発行する条件となるメッセージの数を表している。

40

【 0 0 4 0 】

メッセージ受信割込フラグは、メッセージ受信割込を使用するか否かを示すフラグである。メッセージ受信割込フラグがディセーブルの場合、ノード 1 B は、ポーリング監視によりメッセージ受信の検知を行う。また、メッセージ割込フラグがイネーブルであれば、ノード 1 B は、メッセージ受信によりメッセージ受信の検知を行う。メッセージ受信割込フラグは、予め操作者からの指示を受けて設定される。本実施例では、メッセージ受信割込フラグがイネーブルに設定されている場合で説明する。

【 0 0 4 1 】

空き通知割込ペンディングフラグは、レジスタセット 3 1 1 が空き通知割込の情報を格

50

納しているか否かを表すフラグである。

【 0 0 4 2 】

メッセージ受信割込ペンディングフラグは、レジスタセット 3 1 1 が受信側メッセージ受信割込の情報を格納しているか否かを表すフラグである。この空き通知割込ペンディングフラグ及びメッセージ受信割込ペンディングフラグが、「待機情報」の一例にあたる。

【 0 0 4 3 】

受信データ記録場所情報は、受信したメッセージに含まれるデータを格納したメモリのアドレスの情報である。

【 0 0 4 4 】

割込レジスタ 3 1 2 は、図 5 に示す項目のエントリを格納する。図 5 は、割込レジスタのエントリ情報の一例を表す図である。図 5 では、割込レジスタ 3 1 2 に格納される各エントリの情報及びそのエントリに用いるビット数を表している。

10

【 0 0 4 5 】

割込レジスタライトフラグは、割込要求の発行を許可するか否かを表すフラグである。このフラグがディセーブルの場合、受信ノードにおける割込要求の発行が禁止される。逆にこのフラグがイネーブルであれば、受信ノードにおける割込要求の発行が許可される。本実施例では、割込レジスタライトフラグの値が、「 0 」であればディセーブルを表し、「 1 」であればイネーブルを表す。

【 0 0 4 6 】

割込キュー F U L L フラグは、割込キュー 3 1 3 におけるエントリが満杯であることを示す。本実施例では、割込キュー F U L L フラグが「 0 」の場合、割込キュー 3 1 3 は、満杯でなく、エントリを格納できる領域が余っていることを表す。また、割込キュー F U L L フラグが「 1 」の場合、割込キュー 3 1 3 は、満杯であり、エントリを格納できる領域が余っていないことを表す。この割込キュー F U L L フラグが、「満杯情報」の一例にあたる。

20

【 0 0 4 7 】

割込キュー 3 1 3 は、例えば F I F O (First In First Out) 構造を有している。割込キュー 3 1 3 が格納できるエントリ数は、割込要求の発生頻度や設置スペースなどのノード 1 B の運用状態から決定されることが好ましい。例えば、割込キュー 3 1 3 は、6 4 エントリまで格納可能と決定してもよい。

30

【 0 0 4 8 】

割込キュー 3 1 3 は、図 6 に示す項目のエントリを格納する。図 6 は、割込キューのエントリ情報の一例を表す図である。図 6 では、割込キュー 3 1 3 に格納される各エントリの情報及びそのエントリに用いるビット数を表している。この割込キュー 3 1 3 が、「第 1 記憶部」の一例にあたる。

【 0 0 4 9 】

レジスタセット識別 I D は、ノード 1 A により送信されたメッセージに格納されていたレジスタセット識別 I D である。割込キュー 3 1 3 には、後述するように受信したメッセージを示す情報が格納されるが、このレジスタセット識別 I D は、そのメッセージに含まれていたレジスタセット識別 I D である。

40

【 0 0 5 0 】

メッセージ受信フラグは、メッセージを受信したことを示すフラグである。メッセージ受信フラグが「 1 」であれば、ノード 1 A がメッセージを受信しており、割込キュー 3 1 3 がメッセージ受信割込の情報を格納していることを表す。また、メッセージ受信フラグが「 0 」であれば、ノード 1 A がメッセージを受信していないことを表しており、割込キュー 3 1 3 がメッセージ受信割込の情報を格納していないことを表す。

【 0 0 5 1 】

また、空き通知割込フラグは、空き通知の情報を格納していることを示すフラグである。空き通知割込フラグが「 1 」であれば、割込キュー 3 1 3 が空き通知割込の情報を格納していることを表す。また、空き通知割込フラグが「 0 」であれば、割込キュー 3 1 3 が

50



空き通知割込の情報を格納していないことを表す。

【 0 0 5 2 】

以下では、メッセージ受信割込及び空き通知割込をまとめて、「割込要因」という。さらに、割込キュー 3 1 3 における、メッセージ受信フラグ及び空き通知割込フラグをまとめて表す場合、「割込要因情報」という。

【 0 0 5 3 】

受信レジスタ 1 3 1 は、レジスタセット 3 1 1、割込レジスタ 3 1 2 又は割込キュー 3 1 3 に対して、割込要因の情報の書き込み又は読み出しが行われた場合、行われた書き込み又は読み出しの結果を応答生成部 1 3 5 へ出力する。

【 0 0 5 4 】

図 3 に戻って説明を続ける。メッセージ受信部 1 3 2 は、ノード 1 A からメッセージを受信する。この受信したメッセージで示される処理が、「所定処理」の一例にあたる。

【 0 0 5 5 】

メッセージ受信部 1 3 2 は、受信したメッセージからレジスタセット識別 ID を取得する。その後、メッセージ受信部 1 3 2 は、受信したメッセージをメモリ 2 B に格納する。次に、メッセージ受信部 1 3 2 は、レジスタセット 3 1 1 のメッセージ受信割込フラグを確認する。

【 0 0 5 6 】

メッセージ受信割込フラグがディセーブルであれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、メッセージから取得したレジスタセット識別 ID を有するレジスタセット 3 1 1 に受信割込の情報を格納する。また、メッセージ受信部 1 3 2 は、メッセージを格納したメモリ 2 B のアドレスをレジスタセット 3 1 1 の受信データ記録場所情報に格納する。さらに、メッセージ受信部 1 3 2 は、レジスタセット 3 1 1 における各エントリの登録を行う。

【 0 0 5 7 】

メッセージ受信割込フラグがイネーブルであれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、受信したメッセージから取得したレジスタセット識別 ID を割込キュー 3 1 3 に登録する。次に、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込キュー 3 1 3 のメッセージ受信フラグをオンにする。さらに、メッセージ受信部 1 3 2 は、受信したメッセージから取得したレジスタセット識別 ID を有するレジスタセット 3 1 1 の受信データ記録場所情報にメッセージを格納したメモリ 2 B のアドレスを登録する。また、メッセージ受信部 1 3 2 は、レジスタセット 3 1 1 における各エントリの登録を行う。この場合、メッセージ受信部 1 3 2 は、レジスタセット 3 1 1 の空き通知割込ペンディングフラグ及びメッセージ受信割込ペンディングフラグをオフにする。

【 0 0 5 8 】

その後、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込キュー 3 1 3 の割込キュー FULL フラグを確認する。割込キュー FULL フラグが「0」であれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込キュー 3 1 3 に格納されている割込キューの数を取得する。割込キュー 3 1 3 に格納されている割込キューの数が上限値から 1 を減算した数（以下では、「FULL - 1」という。）であれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込キュー FULL フラグを「1」に設定する。これに対して、割込キュー 3 1 3 に格納されている割込キューの数が「FULL - 1」以下であれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込キュー FULL フラグを「0」のまま維持する。

【 0 0 5 9 】

その後、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込レジスタライトフラグを確認する。割込レジスタライトフラグがイネーブルであれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込要求生成部 1 3 4 に割込要求の生成を指示する。これに対して、割込レジスタライトフラグがディセーブルであれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、割込要求生成部 1 3 4 に対する割込要求の生成の指示を行わずに割込要因の格納処理を終了する。

【 0 0 6 0 】

一方、割込キュー FULL フラグが「1」であれば、メッセージ受信部 1 3 2 は、メッ

10

20

30

40

50

セージに格納されているレジスタセット識別IDを取得し、メッセージ受信割込の情報を格納したレジスタセット311を特定する。

【0061】

そして、メッセージ受信部132は、特定したレジスタセット311のメッセージ受信割込ペンディングフラグをオンにする。また、メッセージ受信部132は、受信したメッセージから取得したレジスタセット識別IDを有するレジスタセット311の受信データ記録場所情報にメッセージを格納したメモリ2Bのアドレスを登録する。さらに、メッセージ受信部132は、レジスタセット311における各エントリの登録を行う。

【0062】

その後、メッセージ受信部132は、割込レジスタ312の割込レジスタライトフラグを確認する。割込レジスタライトフラグがイネーブルであれば、メッセージ受信部132は、割込要求生成部134に割込要求の生成を指示する。これに対して、割込レジスタライトフラグがディセーブルであれば、メッセージ受信部132は、割込要求生成部134に対する割込要求の生成の指示を行わずに割込要因の格納処理を終了する。

【0063】

その後、メッセージ受信部132は、メッセージ受信完了をメッセージ応答生成部133に通知する。

【0064】

また、メッセージ受信部132は、メッセージを格納するレジスタセット311の数を監視する。そして、メッセージを格納するレジスタセット311の数が、割込発行条件で決められた数以上の所定閾値を超えた場合、メッセージ受信部132は、メッセージ受信停止をメッセージ応答生成部133に通知する。このメッセージ受信部132が、「要求管理部」の一例にあたる。

【0065】

メッセージ応答生成部133は、メッセージ受信停止又はメッセージ受信完了の通知をメッセージ受信部132から受ける。そして、メッセージ応答生成部133は、受信した通知にしたがって、ノード1Aのメッセージの送信に対する応答を生成する。その後、メッセージ応答生成部133は、生成した応答をノード1Aへ送信する。

【0066】

割込要求生成部134は、レジスタセット311の使用状況を監視し、メッセージが格納されていないレジスタセット311の数を取得する。ここで、割込要求生成部134は、メッセージの格納に用いるレジスタセット311の総数を記憶していてもよい。そして、割込要求生成部134は、レジスタセット311に登録されている割込発行条件メッセージ空き数と取得したメッセージが格納されていないレジスタセット311の数とを比較して、空き通知割込の発行条件を満たしたか否かを判定する。

【0067】

空き通知割込の発行条件を満たしている場合、割込要求生成部134は、レジスタセット311の受信側空き通知割込フラグを確認する。

【0068】

受信側空き通知割込フラグがディセーブルであれば、割込要求生成部134は、空き通知割込要求の格納処理を終了する。

【0069】

一方、受信側空き通知割込フラグがイネーブルであれば、割込要求生成部134は、割込キューFULLフラグが「1」であるか否かを判定する。

【0070】

割込キューFULLフラグが「1」でない場合、割込キュー313の空き通知割込フラグをオンにする。この空き通知割込みで示される空き通知の処理が、「通知処理」の一例にあたる。

【0071】

その後、割込要求生成部134は、割込キュー313に格納されているキューの数を取

10

20

30

40

50

得する。割込キュー 3 1 3 に格納されているキューの数が「FULL - 1」であれば、割込要求生成部 1 3 4 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込キュー FULL フラグを「1」に設定する。これに対して、割込キュー 3 1 3 に格納されているキューの数が「FULL - 1」以下であれば、割込要求生成部 1 3 4 は、割込キュー FULL フラグを「0」のまま維持する。

**【 0 0 7 2 】**

その後、割込要求生成部 1 3 4 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込レジスタライトフラグを確認する。割込レジスタライトフラグがイネーブルであれば、割込要求生成部 1 3 4 は、空き通知割込要求を生成する。そして、割込要求生成部 1 3 4 は、生成した空き通知割込要求をコア 1 1 A に送信する。これに対して、割込レジスタライトフラグがディセーブルであれば、割込要求生成部 1 3 4 は、空き通知割込要求の生成を行わずに割込要因の格納処理を終了する。

10

**【 0 0 7 3 】**

一方、割込キュー FULL フラグが「1」であれば、割込要求生成部 1 3 4 は、空き通知割込要求を格納するレジスタセット 3 1 1 を特定する。

**【 0 0 7 4 】**

そして、割込要求生成部 1 3 4 は、特定したレジスタセット 3 1 1 の空き通知割込ペンディングフラグをオンにする。さらに、割込要求生成部 1 3 4 は、レジスタセット 3 1 1 における各エントリの登録を行う。

**【 0 0 7 5 】**

その後、割込要求生成部 1 3 4 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込レジスタライトフラグを確認する。割込レジスタライトフラグがイネーブルであれば、割込要求生成部 1 3 4 は、空き通知割込要求を生成する。そして、割込要求生成部 1 3 4 は、生成した空き通知割込要求をコア 1 1 A に送信する。これに対して、割込レジスタライトフラグがディセーブルであれば、割込要求生成部 1 3 4 は、空き通知割込要求の生成を行わずに割込要因の格納処理を終了する。

20

**【 0 0 7 6 】**

また、割込要求生成部 1 3 4 は、メッセージ受信割込要求の生成の指示をメッセージ受信部 1 3 2 から受ける。そして、割込要求生成部 1 3 4 は、メッセージ受信割込要求を生成する。その後、割込要求生成部 1 3 4 は、生成したメッセージ受信割込要求をコア 1 1 A に送信する。この割込要求生成部 1 3 4 が、「通知処理生成部」の一例にあたる。また、メッセージ受信割込要求及び空き通知割込要求が、「実行要求」の一例にあたる。

30

**【 0 0 7 7 】**

このように、メッセージ受信部 1 3 2 及び割込要求生成部 1 3 4 は、割込レジスタライトフラグがイネーブルであれば、割込要求を発行するが、ディセーブルの場合、割込要求を発行しない。ただし、割込レジスタライトフラグにかかわらず、メッセージ受信部 1 3 2 及び割込要求生成部 1 3 4 は、割込要因の格納は行っていく。すなわち、例えば割込要求の発行が行われなくても、メッセージの受信が停止されていなければ、割込キュー 3 1 3 又はレジスタセット 3 1 1 には、割込要因が格納されていく。特に、割込キュー FULL フラグが「1」でなければ、割込キュー 3 1 3 に割込み要因が格納されていく。

40

**【 0 0 7 8 】**

応答生成部 1 3 5 は、レジスタセット 3 1 1、割込レジスタ 3 1 2 又は割込キュー 3 1 3 に対する書き込み又は読み出しの結果を受信レジスタ 1 3 1 から取得する。そして、応答生成部 1 3 5 は、取得したレジスタセット 3 1 1、割込レジスタ 3 1 2 又は割込キュー 3 1 3 に対する書き込み又は読み出しの結果に応じて応答を生成する。その後、応答生成部 1 3 5 は、生成した応答をコア 1 1 B へ送信する。

**【 0 0 7 9 】**

コア 1 1 B は、OS を動作させる。また、コア 1 1 B は、OS 上でアプリケーションなどを実行しユーザプロセスを動作させる。コア 1 1 B は、要求取得部 1 1 1 及び処理実行部 1 1 2 を有している。要求取得部 1 1 1 及び処理実行部 1 1 2 は、OS 又はユーザプロ

50

セスのいずれかもしくは双方が動作主体になることがある。

【 0 0 8 0 】

要求取得部 1 1 1 は、各割込要因に基づく割込要求を割込要求生成部 1 3 4 から受信する。そして、要求取得部 1 1 1 は、割り込みの刈り取り処理を開始する。例えば、コア 1 1 B が各割込要因に基づく割込要求を受けると、OS は、コンテキストスイッチを実行しプロセスを切り替え、ユーザプロセスに割込要求の処理を指示する。OS によるコンテキストスイッチが行われると、ユーザプロセスは、割り込みの刈り取り処理を開始する。このようにして、要求取得部 1 1 1 による以下に説明する割り込みの刈り取り処理が開始される。

【 0 0 8 1 】

要求取得部 1 1 1 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込レジスタライトフラグを「 0 」、すなわちディセーブルに設定する。これにより、要求取得部 1 1 1 は、刈り取り処理の間の新たな割り込みの発行を抑制する。

【 0 0 8 2 】

次に、要求取得部 1 1 1 は、割込要因の情報が割込キュー 3 1 3 に格納されているか否かを判定する。割込要因の情報が割込キュー 3 1 3 にある場合、要求取得部 1 1 1 は、割込キュー 3 1 3 の先頭の割込要因を読み出し、割込キュー 3 1 3 から削除する。

【 0 0 8 3 】

そして、要求取得部 1 1 1 は、割込キュー 3 1 3 の全エントリを読み出し終えたかを判定する。読み出していないエントリが割込キュー 3 1 3 に残っている場合、要求取得部 1 1 1 は、割込キュー 3 1 3 からのエントリの読み出し及び削除を、エントリがなくなるまで繰り返す。

【 0 0 8 4 】

割込キュー 3 1 3 に読み出すエントリがなくなった場合、要求取得部 1 1 1 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込キュー F U L L フラグが「 1 」か否かを判定する。割込キュー F U L L フラグが「 0 」であれば、割込キュー 3 1 3 にエントリを格納する余裕があるので、レジスタセット 3 1 1 にはエントリが格納されていないといえる。そのため、割込キュー F U L L フラグが「 0 」の場合、要求取得部 1 1 1 は、レジスタセット 3 1 1 からの割込要因の刈込は行わなくてよい。そこで、要求取得部 1 1 1 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込レジスタライトフラグを「 1 」、すなわちイネーブルに設定する。これにより、割込要因のレジスタセット 3 1 1 及び割込キュー 3 1 3 への割込要因の情報の書込みの禁止が解除され、ノード 1 A からのメッセージの受信や空き通知割込の発行などが再開される。そして、要求取得部 1 1 1 は、割込要因の刈り取り処理を終了する。

【 0 0 8 5 】

これに対して、割込キュー F U L L フラグが「 1 」であれば、割込キュー 3 1 3 にエントリ格納の余裕が無いので、レジスタセット 3 1 1 にはエントリが格納されていることが考えられる。そこで、要求取得部 1 1 1 は、レジスタセット 3 1 1 からの割込要因の刈り取り処理を実行する。

【 0 0 8 6 】

具体的には、要求取得部 1 1 1 は、割込キュー F U L L フラグを「 0 」にする。次に、要求取得部 1 1 1 は、レジスタセット 3 1 1 を 1 つ選択する。具体的には、要求取得部 1 1 1 は、レジスタセット 3 1 1 のリードポインタが示すレジスタセット 3 1 1 を選択する。

【 0 0 8 7 】

そして、要求取得部 1 1 1 は、選択したレジスタセット 3 1 1 のメッセージ受信割込フラグ又は空き通知割込ペンディングフラグのいずれかがオンであるかを確認する。以下では、メッセージ受信割込フラグ及び空き通知割込ペンディングフラグを表すビットをまとめて「ペンディングビット」という場合がある。

【 0 0 8 8 】

ここでは、要求取得部 1 1 1 は、メッセージ受信割込フラグが「 1 」である場合、メッ

10

20

30

40

50

セージ受信割込フラグがオンであると判定する。空き通知割込ペンディングフラグが「1」である場合、要求取得部111は、空き通知割込ペンディングフラグがオンであると判定する。また、ペンディングビットの双方が「0」である場合、要求取得部111は、いずれもオフであると判定する。

**【0089】**

ペンディングビットのいずれかが「1」である場合、要求取得部111は、選択したレジスタセット311に格納されている割込要因の情報を読み出す。そして、要求取得部111は、選択したレジスタセット311のペンディングビットの双方を「0」にし、さらに、選択したレジスタセット311に格納されたエントリを削除し、レジスタセット311をクリアする。

10

**【0090】**

要求取得部111は、レジスタセット311から全てのエントリを読み出すまで、レジスタセット311からのエントリの読み出しを繰り返す。具体的には、要求取得部111は、レジスタセット311のリードポインタを更新していき、全てのレジスタセット311を選択し終わるまで、エントリの読み出しを繰り返す。

**【0091】**

レジスタセット311から全てのエントリを読み出した場合、要求取得部111は、割込レジスタ312の割込レジスタライトフラグを「1」、すなわちイネーブルに設定する。そして、要求取得部111は、割込要因の刈り取り処理を終了する。

**【0092】**

処理実行部112は、要求取得部111が取得した割込要求を取得する。そして、処理実行部112は、取得した割込要求を順次処理していく。

20

**【0093】**

次に、図7を参照して、本実施例に係る情報処理システムによるメッセージ受信割込を用いたメッセージ受信の通知の処理の流れの概要を説明する。図7は、実施例に係る情報処理システムによるメッセージ受信割込を用いたメッセージ受信の通知の処理の全体的な流れのフローチャートである。ここでは、説明の都合上、コア11Aが動作させるOS113A及びユーザプロセス114A、並びに、コア11Bが動作させるOS113B及びユーザプロセス114Bを動作主体として説明する。ただし、OS113B及びユーザプロセス114Bは、要求取得部111にあたる。図7の縦軸は、上部に記載した各機能が実行する処理を表している。また、図7の縦軸は下に向かうにしたがって時間が経過することを表している。ここでも、ノード1Aを送信側ノード、ノード1Bを受信側ノードとして説明する。

30

**【0094】**

ユーザプロセス114Bは、操作者からの指示をうけて、レジスタセット311及び割込レジスタ312の設定を行う(ステップS1)。具体的には、ユーザプロセス114Bは、操作者からの指示にしたがい受信側空き通知割込フラグ、割込発行条件メッセージ空き数及びメッセージ受信割込フラグを設定する。ここでは、ユーザプロセス114Bは、受信側空き通知割込フラグ及びメッセージ受信割込フラグをいずれもイネーブルにする。また、ユーザプロセス114Bは、全てのレジスタセット311の空き通知ペンディングフラグ及びメッセージ受信割込ペンディングフラグをオフ、すなわちペンディングビットを「0」に設定する。さらに、ユーザプロセス114Bは、割込レジスタ312の割込レジスタライトフラグを「1」、すなわちイネーブルに設定し、割込キューFULLフラグを「0」に設定する。メッセージ受信回路13Bは、ユーザプロセス114Bからの指示を受けて、レジスタセット311、割込レジスタ312及び割込キュー313の設定を行う。

40

**【0095】**

そして、ユーザプロセス114Bは、メッセージがノード1Aから送られてくるまでメッセージの受信処理を待機する(ステップS2)。ただし、この間、ユーザプロセス114は、他の処理は実行してもよい。

50

## 【 0 0 9 6 】

メッセージの送信処理を行う場合、ノード 1 A のユーザプロセス 1 1 4 A は、メッセージ送信依頼を OS 1 1 3 A に要求する (ステップ S 3 )。

## 【 0 0 9 7 】

OS 1 1 3 A は、メッセージ送信依頼をユーザプロセス 1 1 4 A から受ける。そして、OS 1 1 3 A は、メッセージの送信をメッセージ送信回路 1 2 A に指示する (ステップ S 4 )。

## 【 0 0 9 8 】

メッセージ送信回路 1 2 A は、メッセージの送信の指示を OS 1 1 3 A から受ける。そして、メッセージ送信回路 1 2 A は、メッセージを含むパケットを生成する。その後、メッセージ送信回路 1 2 A は、生成したパケットをノード 1 B のメッセージ受信回路 1 3 B へ送信する (ステップ S 5 )。

10

## 【 0 0 9 9 】

メッセージ受信回路 1 3 B は、メッセージを含むパケットをノード 1 A のメッセージ送信回路 1 2 A から取得する。そして、メッセージ受信回路 1 3 B のメッセージ受信部 1 3 2 は、受信したパケットに含まれるメッセージを受信する (ステップ S 6 )。

## 【 0 1 0 0 】

そして、メッセージ受信回路 1 3 B のメッセージ受信部 1 3 2 は、受信したメッセージをメモリ 2 B に格納する (ステップ S 7 )。また、メッセージ受信回路 1 3 B のメッセージ受信部 1 3 2 は、割込キュー 3 1 3 に空きがあれば、割込キュー 3 1 3 にメッセージ受信割込の情報を割込キュー 3 1 3 に格納し、空きが無ければ、メッセージ受信割込の情報をレジスタセット 3 1 1 に格納する。その後、メッセージ受信回路 1 3 B のメッセージ受信部 1 3 2 は、メッセージ受信の完了応答をノード 1 A のメッセージ送信回路 1 2 A へ送信する (ステップ S 8 )。

20

## 【 0 1 0 1 】

ノード 1 A のメッセージ送信回路 1 2 A の応答生成部 1 2 4 は、ユーザプロセス 1 1 4 A に完了応答を送信する。ユーザプロセス 1 1 4 A は、受信した完了応答からメッセージ送信のステータスを読み出す (ステップ S 9 )。

## 【 0 1 0 2 】

一方、メッセージ受信回路 1 3 B のメッセージ受信部 1 3 2 は、メッセージ受信割込要求の生成を割込要求生成部 1 3 4 に指示する。そして、メッセージ受信回路 1 3 B の割込要求生成部 1 3 4 は、メッセージ受信割込要求を生成し、OS 1 1 3 B に送信する (ステップ S 1 0 )。

30

## 【 0 1 0 3 】

OS 1 1 3 B は、メッセージ受信割込要求をメッセージ受信回路 1 3 B の割込要求生成部 1 3 4 から受信すると、コンテキストを実行する (ステップ S 1 1 )。

## 【 0 1 0 4 】

ユーザプロセス 1 1 4 B は、コンテキストの実行を受けて、割り込み処理を開始する (ステップ S 1 2 )。

## 【 0 1 0 5 】

メッセージ受信回路 1 3 B は、ユーザプロセス 1 1 4 B から読み出しの指示を受けて、指定された割込要因をユーザプロセス 1 1 4 B に送信する (ステップ S 1 3 )。この時、メッセージ受信回路 1 3 B は、読み出した割込要因を格納していた割込キュー 3 1 3 又はレジスタセット 3 1 1 から割込要因のエントリを削除しクリアする。

40

## 【 0 1 0 6 】

ユーザプロセス 1 1 4 B は、取得した割込要因が指定するアドレスからのメッセージの読み出しをメモリ 2 B に要求する (ステップ S 1 4 )。

## 【 0 1 0 7 】

メモリ 2 B は、指定されたアドレスに格納されているメッセージをユーザプロセス 1 1 4 B へ出力する (ステップ S 1 5 )。

50

## 【0108】

次に、図8を参照して、本実施例に係る情報処理装置による割込要因の格納処理について説明する。図8は、実施例に係る情報処理装置による割込要因の格納処理のフローチャートである。

## 【0109】

受信レジスタ131は、操作者からの指示を受けて、メッセージ受信割込の設定を行う(ステップS101)。ここでは、受信レジスタ131は、レジスタセット311のメッセージ受信割込フラグをイネーブルにする。

## 【0110】

メッセージ受信部132は、メッセージを受信したか否かを判定する(ステップS102)。メッセージを受信した場合(ステップS102:肯定)、メッセージ受信部132は、ステップS104へ進む。

10

## 【0111】

これに対して、メッセージを受信していない場合(ステップS102:否定)、割込要求生成部134は、メッセージを格納していないレジスタセット311の数を取得する。そして、割込要求生成部134は、取得したメッセージを格納していないレジスタセット311の数が、割込発行条件メッセージ空き数を満たしているか、すなわち割込発行条件を充足するか否かを判定する(ステップS103)。

## 【0112】

割込発行条件を満たしていない場合(ステップS103:否定)、メッセージ受信部132及び割込要求生成部134は、ステップS102へ戻る。これに対して、割込発行条件を満たしている場合(ステップS103:肯定)、メッセージ受信部132及び割込要求生成部134は、ステップS104へ進む。以下の処理は、メッセージを受信した場合には、メッセージ受信部132が実行し、割込発行条件が充足された場合には、割込要求生成部134が実行する。

20

## 【0113】

メッセージ受信部132又は割込要求生成部134は、割込レジスタ312の割込キューFULLフラグ=1か否かを判定する(ステップS104)。

## 【0114】

割込キューFULLフラグ=1の場合(ステップS104:肯定)、メッセージ受信部132又は割込要求生成部134は、レジスタセット311の割込要因に応じたペンディングフラグを「1」に設定する(ステップS105)。

30

## 【0115】

これに対して、割込キューFULLフラグ=1の場合(ステップS104:否定)、メッセージ受信部132又は割込要求生成部134は、レジスタセット識別ID及び割込要因の情報を割込キュー313に格納する(ステップS106)。

## 【0116】

次に、メッセージ受信部132又は割込要求生成部134は、割込キュー313のエントリ数が「FULL-1」か否かを判定する(ステップS107)。図では、割込キュー313のエントリ数を省略して、単に割込キューと記載している。

40

## 【0117】

割込キュー313のエントリ数が「FULL-1」の場合(ステップS107:肯定)、メッセージ受信部132又は割込要求生成部134は、割込レジスタ312の割込キューFULLフラグを「1」に設定する(ステップS108)。これに対して、割込キュー313のエントリ数が「FULL-1」でない場合(ステップS107:否定)、メッセージ受信部132又は割込要求生成部134は、ステップS109へ進む。

## 【0118】

メッセージ受信部132又は割込要求生成部134は、割込レジスタ312の割込レジスタライトフラグが「1」、すなわちイネーブルか否かを判定する(ステップS109)。割込レジスタライトフラグが「1」でない場合(ステップS109:否定)、メッセー

50

ジ受信部 1 3 2 又は割込要求生成部 1 3 4 は、ステップ S 1 0 2 へ戻る。

【 0 1 1 9 】

これに対して、割込レジスタライトフラグが「 1 」でない場合（ステップ S 1 0 9 : 肯定）、割込要求生成部 1 3 4 は、割込要求を生成し要求取得部 1 1 1 へ送信する（ステップ S 1 1 0 ）。ただし、メッセージを受信した場合であれば、割込要求生成部 1 3 4 は、メッセージ受信部 1 3 2 からの指示を受けて、その指示にしたがい割込要求の送信を実行する。

【 0 1 2 0 】

メッセージ受信部 1 3 2 及び割込要求生成部 1 3 4 は、割込要因取得を停止するか否かを判定する（ステップ S 1 1 1 ）。例えば、操作者からの割込実行の停止の指示を受けた場合や情報処理装置の動作が停止した場合に、メッセージ受信部 1 3 2 及び割込要求生成部 1 3 4 は、割込要因取得を停止すると判定する。

10

【 0 1 2 1 】

割込要因取得を停止しない場合（ステップ S 1 1 1 : 否定）、メッセージ受信部 1 3 2 及び割込要求生成部 1 3 4 は、ステップ S 1 0 2 へ戻る。これに対して、割込要因取得を停止する場合（ステップ S 1 1 1 : 肯定）、メッセージ受信部 1 3 2 及び割込要求生成部 1 3 4 は、割込要因の格納処理を終了する。

【 0 1 2 2 】

次に、図 9 を参照して、本実施例に係る情報処理装置による割込要因の刈り取り処理について説明する。図 9 は、実施例に係る情報処理装置による割込要因の刈り取り処理のフローチャートである。

20

【 0 1 2 3 】

要求取得部 1 1 1 は、割込要求を割込要求生成部 1 3 4 から取得する（ステップ S 2 0 1 ）。

【 0 1 2 4 】

要求取得部 1 1 1 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込レジスタライトフラグを「 0 」、すなわちディセーブルにする（ステップ S 2 0 2 ）。

【 0 1 2 5 】

要求取得部 1 1 1 は、割込キュー 3 1 3 からエントリを読み出す（ステップ S 2 0 3 ）。

30

【 0 1 2 6 】

要求取得部 1 1 1 は、割込キュー 3 1 3 に割込要因があるか否かを判定する（ステップ S 2 0 4 ）。

【 0 1 2 7 】

割込要因がある場合（ステップ S 2 0 4 : 肯定）、要求取得部 1 1 1 は、割込要因を読み出し、読み出した割込要因を削除しエントリをクリアする（ステップ S 2 0 5 ）。

【 0 1 2 8 】

次に、要求取得部 1 1 1 は、割込キュー 3 1 3 に格納された全てのエントリの読み出しが完了したか否かを判定する（ステップ S 2 0 6 ）。読み出していないエントリが残っている場合（ステップ S 2 0 6 : 否定）、要求取得部 1 1 1 は、ステップ S 2 0 3 へ戻る。

40

【 0 1 2 9 】

これに対して、全てのエントリの読み出しが完了した場合（ステップ S 2 0 6 : 肯定）、要求取得部 1 1 1 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込キュー F U L L フラグが「 1 」か否かを判定する（ステップ S 2 0 7 ）。割込キュー F U L L フラグ 1 の場合（ステップ S 2 0 7 : 否定）、要求取得部 1 1 1 は、ステップ S 2 0 3 へ戻る。

【 0 1 3 0 】

これに対して、割込キュー F U L L フラグ = 1 の場合（ステップ S 2 0 7 : 肯定）、要求取得部 1 1 1 は、割込キュー F U L L フラグを「 0 」に設定する（ステップ S 2 0 8 ）。

【 0 1 3 1 】

50



そして、要求取得部 1 1 1 は、リードポインタが示すレジスタセット 3 1 1 からエントリを読み出す（ステップ S 2 0 9）。

【 0 1 3 2 】

次に、要求取得部 1 1 1 は、読み出したエントリのペンディングビットが「 1 」であるか否かを判定する（ステップ S 2 1 0）。ペンディングビット = 1 の場合（ステップ S 2 1 0：否定）、要求取得部 1 1 1 は、ステップ S 2 1 2 へ進む。

【 0 1 3 3 】

これに対して、ペンディングビット = 1 の場合（ステップ S 2 1 0：肯定）、要求取得部 1 1 1 は、割込要因の情報を読み込み、読み込んだエントリを削除する（ステップ S 2 1 1）。

【 0 1 3 4 】

その後、要求取得部 1 1 1 は、レジスタセット 3 1 1 の全てのエントリの読み出しが完了したか否かを判定する（ステップ S 2 1 2）。読み出していないエントリが残っている場合（ステップ S 2 1 2：否定）、要求取得部 1 1 1 は、レジスタセット 3 1 1 のリードポインタを更新し（ステップ S 2 1 3）、ステップ S 2 0 9 へ戻る。

【 0 1 3 5 】

これに対して、全てのエントリの読み出しが完了した場合（ステップ S 2 1 2：肯定）、要求取得部 1 1 1 は、ステップ S 2 0 3 へ戻る。

【 0 1 3 6 】

一方、割込キュー 3 1 3 に割込要因が無い場合（ステップ S 2 0 4：否定）、要求取得部 1 1 1 は、割込レジスタ 3 1 2 の割込レジスタライトフラグを「 1 」、すなわちイネーブルに設定する（ステップ S 2 1 4）。

【 0 1 3 7 】

そして、要求取得部 1 1 1 は、割込要因の読み出しを完了する（ステップ S 2 1 5）。これにより、割込要因の刈り取り処理が終了する。

【 0 1 3 8 】

ここで、図 8 で示す割込要因の格納処理と、図 9 で示す割込要因の刈り取り処理とは独立して動作する。そのため、刈り取り処理を行っている間、割込要求の発行は行われなくなるが、割込要因は格納されていく。そのため、刈り取り処理を開始した場合、割込要因が格納され続ける限り、割込要求の発行を待たずに割込キュー 3 1 3 及びレジスタセット 3 1 1 に格納された割込要因はすべて刈り取られることになる。特に、割込キュー FULL フラグが「 1 」でなければ、割込キュー 3 1 3 に割込要因が格納されていくため、要求取得部 1 1 1 は、割込みキュー 3 1 3 から高速に割込要因を刈り取ることができる。

【 0 1 3 9 】

また、以上では、ノード 1 A を送信側ノードとし、ノード 1 B を受信側ノードとして説明したが、ノード 1 A 及び 1 B は同様の機能を有しており、送信側及び受信側を逆にしても動作可能である。

【 0 1 4 0 】

以上に説明したように、本実施例に係る情報処理装置は、FIFOの割込キューを設け、割込キューに空きが有る場合、割込キューに割込要因を格納し、割込キューに空きが無ければ、レジスタセットに割込要因を格納する。そして、本実施例に係る情報処理装置は、割込キューから先に割込要因の刈り取りを行い、その後、レジスタセットに割込要因が有ればそれらの刈り取りを行う。このように、割込キューに収まる数以内の割り込み数であれば、レジスタセットを読み込まずに刈り取りを行うことができ、割込刈取処理の時間を短縮して割込刈取処理を高速に行うことができる。また、割込キューに格納しきれない割込要因については、レジスタセットに格納しておき、割込キューからの割込要因の読み出し後に読み出しを行うことで、割込要因の刈り取り漏れを抑制できる。さらに、刈り取り処理の実行中は割り込みの発行を禁止することで、割込要因を漏れなく刈り取ることができる。

【 符号の説明 】

10

20

30

40

50

【 0 1 4 1 】

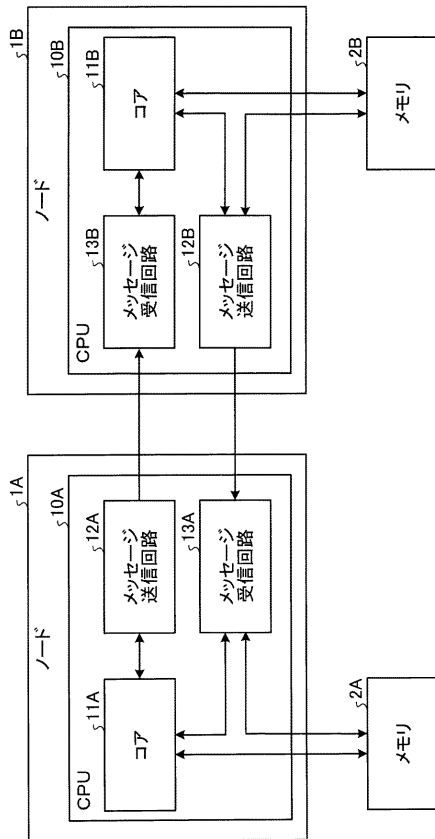
- 1 A , 1 B ノード
- 2 A , 2 B メモリ
- 1 1 A , 1 1 B コア
- 1 2 A , 1 2 B メッセージ送信回路
- 1 3 A , 1 3 B メッセージ受信回路
- 1 1 1 要求取得部
- 1 1 2 処理実行部
- 1 2 1 送信レジスタ
- 1 2 2 メッセージ生成部
- 1 2 3 メッセージ応答受信部
- 1 2 4 応答生成部
- 1 3 1 受信レジスタ
- 1 3 2 メッセージ受信部
- 1 3 3 メッセージ応答生成部
- 1 3 4 割込要求生成部
- 1 3 5 応答生成部
- 3 1 1 レジスタセット
- 3 1 2 割込レジスタ
- 3 1 3 割込キュー

10

20

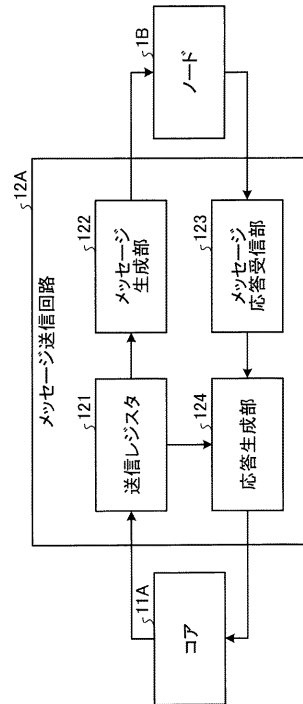
【 図 1 】

ノード間メッセージ通信を行う情報処理システムのシステム構成図

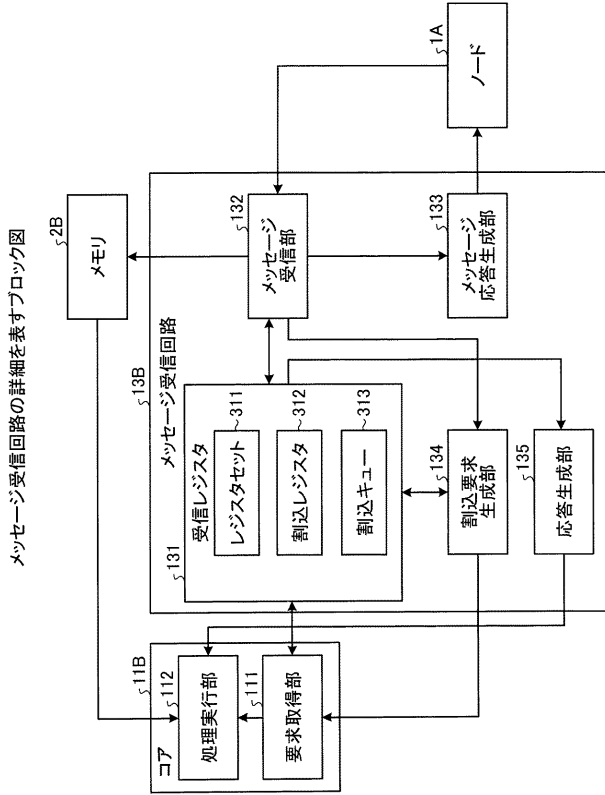


【 図 2 】

メッセージ送信回路の詳細を表すブロック図



【 図 3 】



【 図 4 】

レジスタセットのエン트리情報の一例を表す図

1bit	受信側空き通知割込フラグ
4bit	受信メッセージ数 0000: 受信不可, 0001: 4件, 0010: 8件, 0011: 16件, 0100: 32件, 0101: 64件, 0110: 128件, 0111: 256件, 1000: 512件, 1001: 1024件, 1010: 2048件, 1011: 4096件, 11001: 8192件
2bit	割込発行条件メッセージ空き数 00: 1件, 01: 4件, 10: 16件, 11: 受信メッセージ数の1/8件
1bit	メッセージ受信割込フラグ
1bit	空き通知割込ベンディングフラグ
1bit	メッセージ受信割込ベンディングフラグ
41bit	受信データ記録場所情報

【 図 5 】

割込レジスタのエン트리情報の一例を表す図

1bit	割込レジスタライトフラグ
1bit	割込キューFULLフラグ

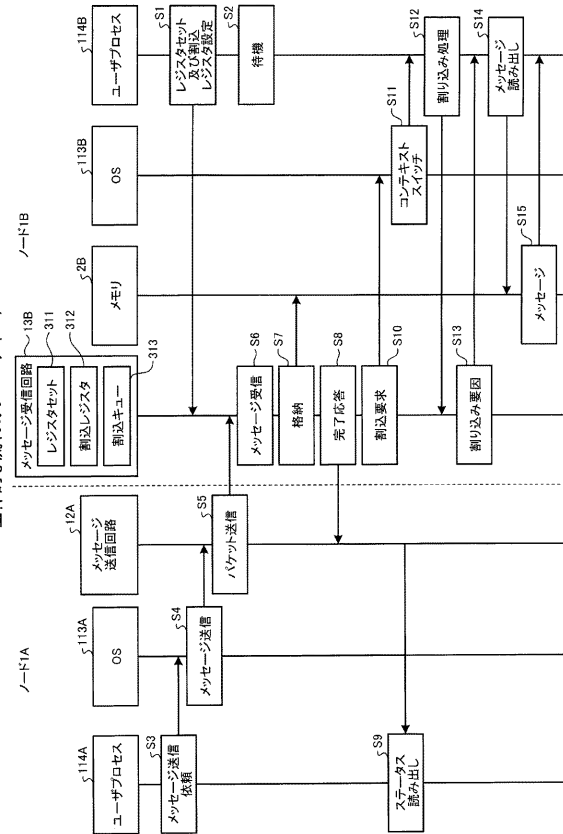
【 図 6 】

割込キューのエン트리情報の一例を表す図

13bit	レジスタセット識別ID
1bit	メッセージ受信フラグ
1bit	空き通知割込フラグ

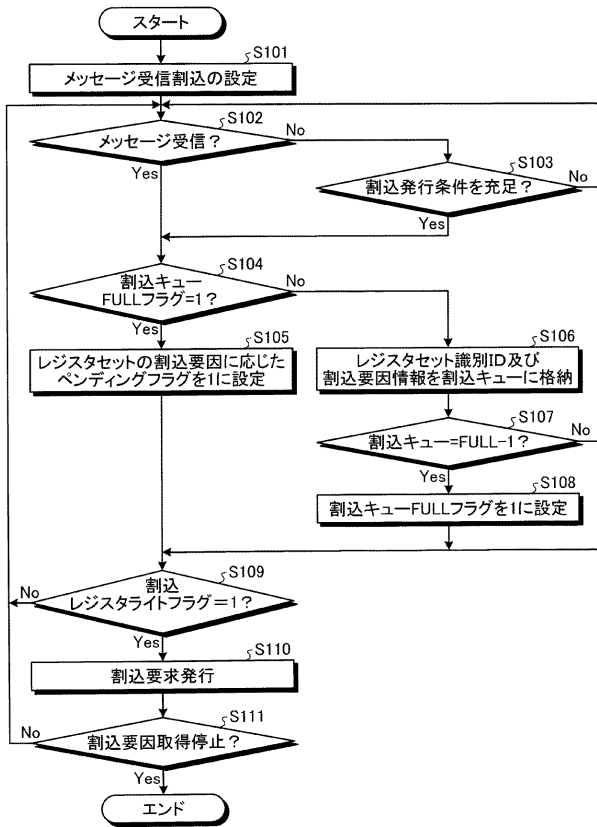
【 図 7 】

実施例に係る情報処理システムによるメッセージ受信割込を用いたメッセージ受信の通知の処理の全体的な流れのフローチャート



【 図 8 】

実施例に係る情報処理装置による割込要因の格納処理のフローチャート



【 図 9 】

実施例に係る情報処理装置による割込要因の刈り取り処理のフローチャート

